Волгоградский колледж газа и нефти

**Дипломный проект**

**Сооружение участка магистрального газопровода с разработкой очистки полости и испытания**

**Волгоград 2008**

**ВВЕДЕНИЕ**

Газовая промышленность является одной из самых динамично развивающихся отраслей экономики Российской Федерации. В последние годы она вышла на первое место по производству топливно-энергетических ресурсов.

Из общего объёма добываемого в стране природного газа 94% приходится на Российское акционерное общество «Газпром».

Главная задача этого мощного комплекса – обеспечить надёжное снабжение газом, газовым конденсатом и продуктами их переработки потребителей Российской Федерации, а также поставка газа на экспорт за границу.

ОАО «Газпром» в настоящее время владеет лицензиями на разработку более 92 газовых и газоконденсатных месторождений, а это – более 32.2 триллионов метров кубических газа, что составляет 67 % от общероссийских запасов и 23 % от мировых.

Разработка газовых и газоконденсатных месторождений в системе ОАО «Газпром» должна обеспечить добычу газа к 2015 году около 820 млрд. м ³, а конденсата в 2015 и 2030 годах приблизительно 19, 4 млн. тонн.

ОАО «Газпром» в настоящее время эксплуатирует на территории России магистральные газопроводы общей протяжённостью свыше 150 тысяч километров. Для начала наращивания экспортных поставок газа предусматривается начать строительство магистрального газопровода Ямал – Европа общей протяжённостью свыше 4000 километров, который пройдёт по территории России, Белоруссии и Польши до границы Германии. С целью диверсификации и повышения надежности поставок газа в Южную Европу и Турцию, реализован проект «Голубой поток», предусматривающий строительство уникального участка газопровода по дну Черного моря.

Экспорт природного газа за границу является главным источником валютных поступлений в бюджет страны, поэтому строительство экспортных магистральных газопроводов имеет огромное значение для всей экономики Российской Федерации.

Инвестиционной программой на 2007 г. важнейшими проектами в области добычи определены дальнейшее обустройство Харвутинской площади Ямбургского месторождения, освоение Южно-Русского, Штокмановского, Приразломного и Бованенковского месторождений. Также предполагается финансирование проектов по освоению и разработке месторождений за рубежом. Основными направлениями развития в транспорте газа являются проекты по строительству газопроводов СРТО – Торжок и Грязовец – Выборг, расширение Уренгойского газотранспортного узла, а также реконструкция действующих объектов транспорта и хранения газа.

После 2010 г. предполагается освоение новых стратегических районов газодобычи на полуострове Ямал, шельфе Баренцева моря, в акваториях Обской и Тазовской губ, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Освоение месторождений в этих труднодоступных районах с суровым климатом потребует уже в ближайшие годы значительных инвестиций в связи с необходимостью решения сложных технических задач при бурении, осуществлением мероприятий по охране окружающей среды, прокладке трубопроводов и коммуникаций.

В 2006 г. принято стратегическое решение о начале разработки месторождений полуострова Ямал. Суммарные запасы крупнейших месторождений Ямала – Бованенковского, Харасавэйского и Новопортовского, – лицензии, на разработку которых принадлежат обществам Группы Газпром, составляют 5,8 трлн. м³ газа, 100,2 млн. т конденсата и 227 млн. т нефти.

Приоритетным экспортным проектом является газопровод «Северный поток» по дну Балтийского моря. По морскому трубопроводу протяженностью 1 200 км газ будет поставляться из России в Германию, откуда далее он может быть транспортирован в Великобританию, Нидерланды, Бельгию и Францию. Первую нитку газопровода пропускной способностью 27,5 млрд. м³ в год намечено ввести в строй в 2010 г.

На территории России ведется строительство газопровода из северных районов Тюменской области до г. Торжок (СРТО – Торжок), что позволит увеличить поставки газа потребителям Северо-Западного региона России, а также на экспорт по газопроводу Ямал – Европа. По состоянию на конец 2006 г. полностью введена в эксплуатацию линейная часть газопровода общей протяженностью более 2 000 км и четыре компрессорные станции. На 2007 г. по данному проекту запланированы инвестиции в размере 17,4 млрд. руб. Для подачи газа Штокмановского месторождения на Северо-запад России также планируется строительство газопровода Видяево – Волхов.

Началось строительство магистрального газопровода Грязовец – Выборг для обеспечения поставок газа на Северо-запад России и в газопровод «Северный поток». Инвестиции на 2007 г. – 26,8 млрд. руб.

Важнейшим проектом после 2010 г. станет строительство многониточной ГТС для транспортировки газа с месторождений полуострова Ямал в район г. Торжок. Система протяженностью свыше 2400 км рассчитана на повышенное рабочее давление газа и будет состоять из труб диаметром 1420 мм. В настоящее время выполняются проектные работы.

**1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

**1.1 Характеристика трассы участка сооружаемого газопровода**

Газопровод Уренгой – Помары – Ужгород предназначен для транспортировки природного газа добытого на Уренгойском месторождении на Украину и далее в Европу. На трассе магистрального газопровода находятся девять компрессорных станций.

Диаметр газопровода 1420мм, фактическое давление 7,4 МПа, проектная мощность 32 млрд. м³ в год. Сооружаемый участок магистрального газопровода протяжённостью 25 км, со 185 по 210 км, после введения в эксплуатацию будет обслуживаться Ныдинским линейно эксплуатационным управлением. Участок газопровода проходит по территории Надымского района Ямало-Ненецкого автономного округа.

Рельеф в районе сооружения участка магистрального газопровода равнинный, местность слабозалесённая, тундровая, есть бугры пучения, термокарсты, массивы вечномёрзлых грунтов. Температура вечномёрзлых грунтов – 0,5 – 1,5ºС.

Район сооружаемого участка магистрального газопровода – это район с резко континентальным климатом, суровой продолжительной зимой и коротким летним периодом, поздней весной и ранними осенними заморозками. Холодное Карское море, являясь источником холода летом и сильных ветров зимой, увеличивает суровость температурного режима района. Средняя температура января, самого холодного месяца, колеблется в пределах – 24 - 26ºС, достигая абсолютного минимума температуры воздуха в наиболее холодные зимы до - 60ºС, ежегодно в зимний период температура опускается до – 40 – 45 ºС.

Температурный режим летних месяцев в значительной степени определяется процессом трансформации воздушных масс. Среднемесячная температура июля, самого теплого месяца года, колеблется в пределах от + 14 до +16ºС.

Устойчивый снежный покров обычно образуется во второй половине октября. Толщина снежного покрова с среднем составляет 100 – 130 см.

По проекту участок сооружаемого магистрального газопровода планируется выполнить из прямошовной трубы Харцизского трубного завода диаметром 1420 мм с толщиной стенки 18,7 мм, с наружным антикоррозионным полиэтиленовым покрытием. Марка стали 09Г2БТ. Проектом предусмотрена наземная прокладка газопровода на амортизирующую песчаную подушку с последующим его обвалованием песком.

В соответствии с проектом, основной арматурой на линейной части сооружаемого участка магистрального газопровода являются стальные краны рассчитанные на давление 7,5 МПа, установки с равнопроходными шаровыми затворами. Линейные краны выполнены в северном исполнении и рассчитаны на эксплуатацию в температурном режиме до - 60ºС. Линейные краны установлены в начале и конце сооружаемого участка газопровода, на 185 и 210 км.

Параллельно участку сооружаемого газопровода в одном техническом коридоре проходят два действующих магистральных газопровода: Уренгой – Центр1 и Уренгой – Центр2. для увеличения пропускной способности между параллельными газопроводами предусмотрены перемычки диаметром 1020 мм.

**1.2 Состав технологического потока при сооружении участка магистрального газопровода**

Магистральные газопроводы, имея большую протяжённость при узком и подвижном фронте работ, характеризуются линейностью строительства в отличие от строительства площадочных сооружений.

Линейность строительства позволяет выполнять работы всех видов по неизменяющейся технологической схеме на участках с одинаковым типом местности.

Основные технологические операции выполняются механизированными способами последовательно, с одинаковой линейной скоростью по трассе. С ростом механизации, увеличением мощности, специализацией машин и усовершенствованием отдельных технологических операций совмещённый метод приобретает всё большее значение для строительства газопроводов. Совмещённый метод заключается в том, что все основные технологические операции (сварка труб на трассе, укладка трубопровода, обвалование и др.) совмещёны в единый комплексный процесс и одновременно выполняются на относительно небольшом (150-200 м) участке трубопровода.

При совмещённом методе, строительство ведётся по поточной технологии при непрерывном движении комплексной механизированной колонны по трассе газопровода. Все основные потоки строительства движутся друг за другом в строгой последовательности и пока не закончит работу предыдущий поток, следующий не может начать работу на том же участке газопровода. Поточная технология строительства позволяет применять автоматические и телемеханические системы управления работой механизированных колонн.

Лишь некоторые из технологических операций (подготовка полосы строительства, осушка болот, заготовка монтажных элементов) выполняются с опережением графика производства основных строительно-монтажных работ и выпадают из общего потока.

**Подготовительные работы.**

Цель подготовительных работ – обеспечение возможности выполнения основных видов работ по прокладке трубопровода, а так же работ по строительству переходов его через естественные и искусственные препятствия в соответствии с установленными сроками. Качественное и своевременное выполнение подготовительных работ обуславливает успех всего строительства магистрального газопровода в целом.

В состав подготовительных работ входят:

Расчистка трассы от леса и кустарника;

срезка крутых продольных склонов (косогоров);

проведение защитных противообвальных и противооползневых мероприятий;

проведение мероприятий, обеспечивающих минимальное промерзание грунта;

строительство временных дорог, водопропускных, водоотливных и осушительных сооружений на подъездах к трассе и вдоль неё, а так же мостов и переправ через реки, ручьи, овраги;

защита подъездных дорог от снежных заносов;

устройство временных баз или складов для хранения материалов и оборудования;

подготовка вертолётных площадок;

создание системы диспетчерской связи;

подготовка строительных площадок для проведения строительно-монтажных работ по сооружению переходов газопроводов через естественные и искусственные преграды и прокладке трубопровода в туннелях с необходимыми временными бытовыми и технологическими помещениями;

снятие плодородного слоя земли и перемещение его в отвал для временного хранения.

В условиях вечной мерзлоты подготовительные работы должны вестись так, чтобы по возможности не повреждался моховой покров, ибо повреждение его при льдонасышенных вечномерзлых грунтах ведет к образованию термокарста.

Работы по инженерной подготовке трассы начинаются с уточнения разбивки трассы и обследования условий и характера местности в границах полосы строительства и прилегающих к ней сложных участков, чтобы своевременно внести необходимые изменения в проектные решения.

**Транспортные и погрузочно-разгрузочные работы.**

При строительстве магистрального газопровода транспортные и погрузочно-разгрузочные работы включают: выгрузку труб на прирельсовых площадках; погрузку труб на автомобильные транспортные средства, складирование труб на прирельсовом, базисном или притрассовом складе; погрузку – разгрузку на трубосварочных базах, погрузку и транспортировку секций труб и их разгрузку на трассе.

Для сооружения магистрального газопровода на трассу доставляют и развозят по ней трубы, секции труб, запорную арматуру (краны, задвижки), железобетонные крупногабаритные изделия, изоляционные материалы, монтажное оборудование, механизмы и другие специальные грузы. Основной объём транспортируемых грузов составляют трубы и секции труб.

К отдельным пунктам трассы грузы доставляются железнодорожным, водным и автомобильным транспортом. От мест разгрузки трубы и трубные секции развозят по трассе или на трубосварочные базы специальным автотранспортом – трубовозами.

В труднодоступных районах со сложными дорожными условиями, транспортные работы играют решающую роль. Ведь от качества их выполнения будет зависеть процесс строительства определённого участка и соответствие отведённым срокам сооружения всего магистрального газопровода в целом. Для транспортировки труб и трубных секций к месту проведения работ по сооружению газопровода в условиях бездорожья, применяют специальные транспортные средства повышенной проходимости на автомобильном или тракторном ходу.

Секции труб, доставленные к месту производства монтажных работ, как правило, разгружают с транспортных средств трубоукладчиками.

В сложных районах транспортные работы могут выполняться со значительным опережением основного потока производства работ по сооружению магистрального газопровода.

Ведущую роль в своевременном выполнении транспортных работ играет качественное проведение подготовительных работ, а именно наличие или отсутствие временных дорог, переправ через реки, ручьи, а так же переходы через овраги и промоины.

**Сварочно-монтажные работы.**

Основу трубопроводного строительства составляют сварочно-монтажные работы, в значительной степени определяющие надёжность сооружаемых объектов. При строительстве линейной части магистральных газопроводов сварочно-монтажные работы выполняют, как правило в два этапа: на первом этапе отдельные трубы с заводской длиной 12 м и менее на полустационарных трубосварочных базах сваривают с поворотом в 24-, 36- и даже 48-метровые секции; на втором этапе из этих вывезенных на трассу длинномерных секций сваривают непрерывную нитку трубопровода. Эта схема сварочно-монтажных работ принята во многих странах. Технология так называемой поворотной сварки непрерывно совершенствуется в направлении исключения выполняемых вручную операций как по сварке, так и по транспортировке труб по трубосварочной базе. Технология сварки совершенствуется в направлении увеличения производительности и повышения качества.

Сборку труб под сварку выполняют с помощью внутренних либо наружных звеньевых центраторов. Зазор между кромками зависит не только от толщины стенки труб и вида сварки, но и типа электродов, применяемых при сварке корневого шва. Необходимый зазор устанавливают щупами и фиксируют трубы прихватками по всему периметру.

Монтажные работы при наличии труб с заводской изоляцией имеют некоторые особенности. Трубы должны доставляться труботранспортными машинами с оборудованием, исключающим повреждение покрытия в местах их контакта с конниками трубовоза. Их выгружают и погружают с помощью траверсы. Стрелы трубоукладчиков покрывают амортизирующими обрезиненным ми прокладками толщиной не менее 20 мм. трубы и трубные секции разгружаются только на заранее подготовленные деревянные лежки, на которых имеются мягкие прокладки и деревянные клинья.

Для монтажа изолированных труб и секций на трассе применяются опоры из деревянных лежек. Верхние лежки имеют амортизирующие прокладки. Использование земляных или грунтовых призм не допускается.

Кривые вставки изготавливают на трубогибочных станках с обязательным использованием дорнов. Опорные поверхности башмаков ложемента упора станков снабжаются прокладками из резины.

**Земляные работы.**

При выполнении земляных работ на строительстве линейной части магистрального газопровода способом наземной укладки осуществляются следующие виды работ: создание амортизирующей песчаной подкладки под газопровод; обвалование; отсыпку насыпей; рекультивация.

После разбивки трассы сооружаемого участка магистрального газопровода и выполнения подготовительных работ, сооружают амортизирующую прокладку. Прокладку сооружают из привозного песка с последующим уплотнением слоёв. Толщина амортизирующей прокладки варьируется в пределах 100-150 мм и должна полностью перекрывать острые камни, куски твёрдого грунта и т.д., способные повредить заводское противокоррозионное покрытие.

После укладки сваренного участка газопровода на амортизирующую подкладку приступают к обвалованию. При обваловании построенного газопровода используют привозной песок. Для создания нужной формы валика используют бульдозеры и одноковшовые экскаваторы. Песчаный валик должен обеспечивать полное укрытие трубопровода с достаточным запасом, для предотвращения механического воздействия на газопровод. Работы по сооружению песчаного валика должны вестись с максимальной осторожностью, чтобы исключить все механические воздействия на трубу. В результате чего может быть повреждено изоляционное покрытие или сама труба.

Все виды земляных работ выполняются с помощью мерительного и геодезического инструмента.

Как правило, при строительстве линейной части магистральных газопроводов, земляные работы выполняются специализированными трестами под контролем представителя заказчика.

**Изоляционно-укладочные работы.**

При строительстве магистрального газопровода из труб с заводской изоляцией, изоляционные работы сводятся к механической очистке стыков труб и установке термоусадочных манжет. Термоусадочные манжеты устанавливаются вручную и нагревают газовой горелкой. После установки термоусадочные манжеты прокатывают валиком для предотвращения появлений воздушных пузырей и неплотностей между металлом трубы и самой манжетой.

При строительстве участка магистрального газопровода способом наземной прокладки с последующим его обвалованием применяют усиленные термоусадочные манжеты.

Интервал во времени между установкой термоусадочных манжет и засыпкой газопровода песком должен быть как можно короче, чтобы исключить появление вздутий изоляции и её повреждение. При отрицательных температурах окружающего воздуха поверхность трубы в местах нанесения термоусадочных манжет должна быть предварительно прогрета газовой горелкой.

Укладку сваренного газопровода осуществляют с помощью трубоукладчиков. При этом, для предотвращения повреждений заводского изоляционного покрытия, применяются мягкие полотенца для укладки.

**Работы по очистке полости и испытанию газопровода.**

После сварки, укладки и засыпки, магистральный газопровод должен быть очищен, испытан на прочность и проверен на герметичность. Очистка внутренней полости газопровода производится при помощи пропуска очистных поршней. Очистной поршень движется по очищаемому участку газопровода под воздействием высокого давления природного газа. Который подаётся из расположенного по близости действующего газопровода. Продувка участка построенного магистрального газопровода с пропуском очистного поршня считается законченной, если после вылета поршня из выходного патрубка выходит струя незагрязнённого газа. В противном случае пропуск очистного поршня повторяется до получения положительного результата.

После очистки участка газопровода приступают к испытанию на прочность и проверке на герметичность. Линейные краны при этом должны быть закрыты, а через узел подключения подаётся природный газ из действующего газопровода. При проверке на прочность испытуемое давление плавно повышают до 1,1 от рабочего давления и выдерживают участок под этим давлением в течении 24 часов. Если газопровод не разрушился, давление снижают до максимального рабочего и приступают к проверке на герметичность. Проверка на герметичность производится не менее 12 часов.

**1.3 Способы очистки полости и испытания газопровода, обоснование выбранного способа**

В соответствии с действующими СНиП магистральные трубопроводы до ввода в эксплуатацию подвергают очистке, испытанию на прочность и проверке на герметичность. Очистка полости трубопровода необходима для его надёжной работы с заданной производительностью без изменения физико-химических свойств транспортируемого продукта. Она обеспечивает на всём протяжении (или на отдельных участках) установленные проектом полное проходное сечение и коэффициент гидравлического сопротивления, а также беспрепятственный пропуск по трубопроводу в ходе его эксплуатации разных разделительных (для последовательной перекачки продуктов) и очистных устройств. Испытания магистрального трубопровода на прочность и проверка на герметичность – гарантия его надёжной работы при эксплуатации [3].

Работы по очистке полости и испытанию трубопровода проводят в соответствии со специальной инструкцией, учитывающей конкретные местные условия, под руководством комиссии из представителей генерального подрядчика, субподрядных организаций, заказчика. В инструкции должны быть предусмотрены способы, параметры, последовательность и сроки выполнения работ, методы и средства выявления и устранения отказов (застревание очистных устройств, разрывы трубопровода, утечки и т.п.), схема организации связи; требования пожарной, газовой, технической безопасности и указания о размерах охранной зоны. Возможность использования природного газа для очистки полости и испытания в обязательном порядке должна согласовываться с Газнадзором ОАО «Газпром» [4].

Очистка полости трубопровода является подготовкой его к испытанию. Её цель – удаление из трубопровода окалины, грунта, случайно попавшей грязи, воды, снега, кусков льда, посторонних предметов. Свод правил (СП) [4] рекомендует очищать полость газопровода в два этапа: предварительная очистка и окончательная – со сбором загрязнений в конце очищаемого участка.

Предварительную очистку полости трубопровода проводят на трубосварочных базах при сварке труб в секции и на трассе при сварке секции труб в плети или сплошную нитку путём протаскивания через секции труб очистного устройства. После очистки полости участка магистрального трубопровода на концах его устанавливают заглушки.

Окончательная очистка полости трубопроводов выполняется: промывкой, продувкой, вытеснением загрязнений в потоке жидкости. Промывка или продувка осуществляется одним из следующих способов: с пропуском очистного или разделительного устройства; без пропуска очистного или разделительного устройства. Промывку и продувку с пропуском очистных или разделительных устройств выполняют на трубопроводах диаметром 219 мм и более. Промывку и продувку без пропуска очистных или разделительных устройств производят: на трубопроводах диаметром менее 219 мм; на трубопроводах любого диаметра при наличии крутоизогнутых вставок радиусом не менее пяти диаметров трубопровода или при длине очищаемого участка менее 1 км. Полости подземных трубопроводов очищают после их укладки в траншею и засыпки, наземных – после укладки и обвалования, надземных – после укладки на опоры и закрепления.

**Продувка.**

Продувку с пропуском очистных поршней осуществляют на трубопроводах проложенным любым способом. При этом очистные поршни пропускают по участкам трубопровода, длина которых не превышает расстояния между двумя соседними отключающими устройствами – кранами или задвижками. Поршень движется под давлением сжатого воздуха, подаваемого непосредственно от компрессоров, или природного газа из действующего газопровода, проходящего вблизи строящегося объекта или подаваемого с газового промысла. При продувке также применяют системы подачи воздуха или газа с использованием ресиверов. Давление воздуха (газа) в ресивере (соотношение его длины и длины очищаемого участка 1:1) зависит от диаметра трубопровода [3].

Магистральные газопроводы, проложенные надземно на опорах, продувают одновременно с пропуском очистных поршней-разделителей под давлением сжатого воздуха или газа (скорость не более 10 км/ч, протяжённость участков не более 10км). Окончательно загрязнения удаляют продувкой без пропуска очистных устройств путём создания в трубопроводе скоростных потоков воздуха или газа. Протяжённость участка трубопровода, продуваемого без пропуска очистного поршня, не должна превышать 5 км.

Продувка считается законченной, если после прохождения по участку трубопровода очистного устройства из продувочного патрубка выходит струя незагрязненного воздуха или газа. В противном случае продувка повторяется до получения положительных результатов. Если после вылета очистного устройства из продувочного патрубка поступает вода, то по очищаемому участку магистрального трубопровода для его осушки необходимо пропустить поршень-разделитель. Эффективность осушки повышает использование метанола как водопоглощающей среды. В этом случае метанольные пробки расчетного объема помещают между двух поршней-разделителей, пропускаемых под давлением сухого сжатого воздуха или газа.

**Промывка.**

Промывке подвергают трубопроводы любого назначения, испытание которых предусмотрено в проекте гидравлическим способом. Пропуск очистного или разделительного устройства по трубопроводу осуществляется под давлением жидкости, закачиваемой для гидравлического испытания. При промывке перед очистным поршнем или поршнем-разделителем заливают воду (10-15% объема очищаемого участка). Скорость перемещения очистных поршней или поршней-разделителей при промывке трубопроводов - не менее 1 км/ч.

Пропуск очистного или разделительного устройства в потоке жидкости обеспечивает удаление из трубопровода не только загрязнений, но и воздуха, что исключает необходимость установки воздухоспускных кранов, повышает надёжность обнаружения утечек с помощью манометра.

Промывка считается законченной, когда очистное или разделительное устройство выйдет из трубопровода неразрушенным. При промывке без пропуска очистного или разделительного устройства качество очистки обеспечивается скоростным потоком жидкости. Скорость потока жидкости при промывке без пропуска очистных и разделительных устройств должна составлять не мене 5 км/ч. Промывка без пропуска очистного или разделительного устройства считается законченной, когда из сливного патрубка выходит струя незагрязненной жидкости.

**Вытеснение загрязнений в потоке жидкости.**

Очистка полости трубопровода вытеснением загрязнений в скоростном потоке жидкости осуществляется в процессе удаления жидкости после гидроиспытания с пропуском поршня-разделителя под давлением сжатого воздуха или газа. Скорость перемещения поршня-разделителя в едином совмещённом процессе очистки полости и удаления воды должна быть не менее 5 км/ч и не более величины, определяемой технической характеристикой применяемого поршня-разделителя. Протяжённость участка очистки полости вытеснением загрязнений в скоростном потоке жидкости устанавливается с учётом рельефа местности, давления в трубопроводе в начале очищаемого участка и характеристики поршня-разделителя (предельной длины его пробега).

**Испытание на прочность и проверка на герметичность.**

Магистральные газопроводы должны испытываться в соответствии с рабочим проектом гидравлическим (водой, незамерзающими жидкостями), пневматическим (природным газом, воздухом) или комбинированным (воздухом и водой или газом и водой) способами. Все способы равноценны и применимы для трубопроводов любого назначения.

Испытания линейной части магистральных трубопроводов на прочность и проверку их на герметичность проводят после завершения всех предшествующих работ (укладки, засыпки, обвалования или закрепления на опорах, очистки полости, врезки линейной арматуры, приварки катодных выводов, а также представления и проверке исполнительной документации). На магистральных трубопроводах испытание на прочность и проверку на герметичность осуществляют гидравлическим (водой) или пневматическим (воздухом, природным газом) способами. Гидравлическое испытание магистральных трубопроводов водой при отрицательной температуре воздуха допускается при условии, что трубопровод, линейную арматуру и приборы предохраняют от замораживания. Способы испытания, границы участков, величины испытательных давлений, схему проведения испытания (места забора и слива воды, согласованные с заинтересованными организациями, пункты подачи, обустройство временных коммуникаций) устанавливают проектом. Протяженность участков газопроводов, испытуемых пневматическим способом, не ограничивается, а участков, испытуемых гидравлическим или комбинированным способами, определяется с учетом гидростатического давления.

Испытываемый на прочность и проверяемый на герметичность трубопровод делят на участки, которые ограничивают заглушками или линейной арматурой (в данном случае отключающими кранами или задвижками).

Магистральный газопровод считается выдержавшим испытание на прочность и проверку на герметичность, если за время испытания на прочность труба не разрушилась, а при проверке на герметичность давление остаётся неизменным и не будут обнаружены утечки [5].

**Гидравлическое испытание.**

Для проведения гидравлического испытания давление внутри трубопровода создают водой или жидкостями с пониженной температурой замерзания, предусмотренными проектом. В качестве источников воды для гидравлического испытания используют естественные или искусственные водоёмы (реки, озёра, водохранилища, каналы и т.п.), пересекаемые строящимся трубопроводом или расположенные вблизи него [5].

Гидравлическое испытание магистральных трубопроводов – наиболее эффективный способ. Он позволяет создать в трубопроводе повышенное давление практически без дополнительной закачки воды в трубопровод после его заполнения, что обеспечивает более полное выявление скрытых дефектов, а также относительную безопасность проведения работ. Для гидравлического испытания установлены следующие основные параметры: давление в нижней точке участка газопровода равно давлению при заводском испытании труб (не более давления, соответствующего минимальному нормативному пределу текучести материала труб, а давление в верхней точке участка 1.1 проектного рабочего). Продолжительность испытания на прочность – 24 часа. С учётом разности давлений в нижней и верхней точках магистрального газопровода определяют протяжённость участка испытания.

На герметичность участки всех категорий трубопровода проверяют после испытания на прочность и снижения испытательного давления до максимального рабочего. Продолжительность проверки на герметичность при гидравлическом и пневматическом испытаниях определяется временем, необходимым для тщательного осмотра трассы газопровода с целью выявления утечек, но не менее 12 часов.

Чтобы полностью удалить воздух из магистрального газопровода при его заполнении водой для гидравлического испытания, в процессе промывки пропускают поршни-разделители или вытесняют воздух через воздухоспускные краны, устанавливаемые в местах скопления воздуха. Диаметр воздухоспускных кранов выбирают в зависимости от суммарной производительности наполнительных агрегатов и диаметра испытываемого газопровода.

Для полного удаления воды (после испытания магистрального газопровода гидравлическим способом) по нему пропускают не менее двух поршней-разделителей (основного и контрольного) под давлением сжатого воздуха или газа. Скорость поршней-разделителей при удалении воды обычно составляет 3-10 км/ч. Результаты считают удовлетворительными, если контрольный поршень-разделитель вышел из газопровода неразрушенным. В противном случае пропуск контрольного поршня-разделителя повторяют.

Достоинства: обеспечивается наибольшая безопасность, исключаются взрывы и возгорания; длина разрушений не превышает нескольких метров; исключены затраты времени и средств на очистку полости.

Недостатки: необходимость наличия на трассе источников воды; ограниченное применение при отрицательных температурах; требуется осушка внутренней полости; проблемы экологического характера.

**Пневматическое испытание.**

Пневматическое испытание магистральных газопроводов осуществляют лишь в тех случаях, когда по каким-либо причинам проведение гидравлического испытания невозможно (отсутствие источника воды, недостаток воды в существующих источниках, температура наружного воздуха ниже -25ºС, невозможность обеспечения охранной зоны, наличие участков вечной мерзлоты и т.п.). Как правило, пневматическое испытание сжатым воздухом в 2-3 раза продолжительнее испытания гидравлическим способом. При таком испытании давление принимают равным 1.1 максимального рабочего, а продолжительность выдержки под этим давлением 12 часов.

При пневматическом испытании магистральный газопровод (его участок) заполняют воздухом или газом через полностью открытые краны обводных линий при закрытых линейных кранах. Для выявления утечки воздуха или газа в процессе их закачки в газопровод добавляют одорант (через одоризационные установки) в объёме 50-80 г на 1000 м³ воздуха или газа. Давление в магистральном газопроводе поднимают плавно. При достижении давления 0.3 от испытательного (но не более 2 МПа) трассу осматривают. На это время подъём давления прекращают. После осмотра трассы подъём давления в газопроводе до испытательного ведётся без остановок. Под испытательным давлением на прочность магистральный газопровод выдерживают при открытых кранах обводных линий и закрытых линейных кранах. Это делается для стабилизации давления и температуры в газопроводе. После 12 часовой выдержки давление в газопроводе снижают до максимального рабочего, а краны обводных линий закрывают. Затем осматривают трассу, проводят наблюдения и замеры давления в течении не менее 12 часов.

Магистральный газопровод считают выдержавшим испытание на прочность и проверку на герметичность, если за время испытания на прочность (12 ч) давление в нём снизилось не более чем на 1%, труба не разрушилась, а при проверке на герметичность давление оставалось неизменным и не было обнаружено утечек. При обнаружении утечек и мест их нахождения при любом способе испытания магистрального газопровода визуально, по звуку, запаху или с помощью приборов участок трубопровода ремонтируют, а затем вновь подвергают испытанию на прочность и проверке на герметичность.

Достоинства: возможность сохранения чистоты полости; возможность проведения испытаний на резкопересечённой местности и при низких температурах.

Недостатки: высокая степень вероятности возникновения взрывов и пожаров; большая протяжённость разрушения при разрыве; велика продолжительность испытаний.

**Комбинированное испытание.**

При комбинированном испытании давление внутри трубопровода создают двумя средами – природным газом (воздухом) и жидкостью (водой или антифризами). Испытываемый участок заполняют природным газом от скважины (действующего газопровода) или сжатым воздухом от компрессорных установок до создания в нём давления, равного давлению в действующем газопроводе или максимальному давлению нагнетания компрессора. После заполнения участка газом или воздухом подъём давления в нём до испытательного производят опрессовочными агрегатами, закачивая в трубопровод жидкость. Давление при комбинированном испытании на прочность должно быть равно в верхней точке 1.1 максимального рабочего давления трубопровода, а в нижней точке – не превышать заводского испытательного давления труб. Продолжительность выдержки участка под этим давлением – 12 часов. В основном, комбинированному испытанию подвергают газопроводы, прокладываемые в горных условиях вблизи действующих газопроводов.

**Обоснование выбранного метода очистки полости и испытания участка газопровода.**

В связи с тем, что в районе сооружаемого участка магистрального газопровода зимний период, с понижением температуры до отметки – 45-50ºС, длится большую часть года, а также на всём протяжении сооружаемого участка газопровода почва представляет собой вечномёрзлые грунты – считаю целесообразным очистку полости газопровода произвести методом продувки газом с пропуском трёх очистных поршней типа ОП и пневматическое испытание природным газом на прочность и проверку на герметичность.

**2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

**2.1Механический расчет магистрального газопровода**

Цель расчета: Определить номинальную толщину стенки газопровода и подобрать трубу.

Исходные данные:

Диаметр газопровода, *Dм*, мм – 1420

Рабочее проектное давление *Р*, МПа – 7,5

Категория участка газопровода – ΙΙΙ

Температурный перепад *Δt*, ºC – 45

1. Задаем ориентировочно характерными для данного диаметра труб (марок стали), выпускаемых промышленностью значений предела, прочности *δвр* =588 МПа и определяем нормативные сопротивления растяжению (сжатию) металла труб и сварных соединений *R1*, Мпа:

(2.1)



Где - δвр = 588 МПа;



*m* – коэффициент условий работы, принимается в зависимости от категории участка газопровода, m= 0,9;

*К1* – коэффициент надежности по материалу, зависит от способа изготовления трубы, К1 = 1,34;

*Кн* – коэффициент надежности по назначению газопровода, зависит от давления, Кн = 1,15.

1. Определяем толщину стенки газопровода δ, см.

(2.2)



Где *n* – коэффициент надежности по нагрузке - внутреннему рабочему давлению в трубопроводе – принимается n=1,1;

- проектное рабочее давление =7,5 МПа



- наружный диаметр газопровода, = 142 см.



По полученному результату выбираем толщину стенки трубы по сортаменту и проверяем выбранную трубу на наличие продольных осевых сжимающих напряжений, МПа, определяемых от расчетных нагрузок и воздействий с учетом упругости работы металла труб. Ориентировочно выбираем трубу Харцизского трубного завода ТУ 14-3-1938-2000 1420 х 18,7мм.

3) Определяем внутренний диаметр трубы *Dвн*, мм:

(2.3)



Где *Dн* - наружный диаметр трубы;

*δн* – выбранная по сортаменту толщина стенки трубы;

*Dвн* = (1420 -2· 18,7) = 1382,6мм.

1. Проверяем выбранную трубу на наличие продольных осевых напряжений, МПа:

(2.4)



Где *α* – коэффициент линейного расширения металла трубы, *α* = 1,2 · ;



*E* – переменный параметр упругости (модуль Юнга), E=



*Δt* – расчетный температурный перепад, ºC ;

*μ*- коэффициент поперечной упругой деформации: Пуассона, в стадии работы металла, μ= 0,3;

*δн –* толщина стенки выбранной трубы, см;

*Dвн -* внутренний диаметр трубы, см.



1. Поскольку результат отрицателен, то толщину стенки необходимо скорректировать. Для этого рассчитываем значение поправочного коэффициента ψ:

(2.5)



Где - продольное осевое сжимающее напряжение берется по модулю из предыдущего расчета; МПа;



*R1* - нормативные сопротивления растяжению (сжатию) металла труб и сварных соединений, МПа.



6) Подставив полученные значения поправочного коэффициента, определим стенку трубы с учетом продольных осевых напряжений, см:

(2.6)



1. В заключении проверяем выбранную трубу с точки зрения технологии сварочно-монтажных работ.

(2.7)



1,01<1,87>0,4

Вывод: По результатам расчета возникающие в трубе продольные напряжения не опасны и выбранная нами труба полностью соответствует заданным параметрам.

**2.2** **Расчет необходимого количества материалов для сооружения участка газопровода**

Цель расчета: Подобрать электроды и рассчитать необходимое их количество для сварки участка магистрального газопровода.

Исходные данные:

Труба Харцизского трубного завода

с пределом прочности 588 МПа (60 кгс/мм²)

Труба диаметром – 1420 мм

Толщина стенки – 18,7 мм

Электроды с основным видом покрытия.

1) Корневой слой шва выполняется электродами 3мм, а заполняющие слои шва - облицовочный и подварочный – электродами 4 мм. Исходя из толщины стенки трубы (18мм), количество заполняющих слоев будет равно 4. Корневой слой шва выполняем электродами Шварц 3К диаметром 3мм, а заполнение, облицовку и подварку электродами Кессель 5520 диаметром 4мм.

2) По диаметру электрода и допустимой плотности тока рассчитываем сварочный ток для сварки корневого и других слоев шва:

Для корневого слоя электродами диаметром 3 мм:

(2.8)



Где dэ - диаметр электрода, мм;

j – допустимая плотность тока для электрода Д=3 мм, А/мм, j=15А/мм²

Для заполняющих, подварочного и облицовочного слоев шва электродами Д=4мм:

(2.9)



Где dэ - диаметр электрода, мм;

j – допустимая плотность тока для электрода Д=4 мм, А/мм², j=12А/мм²

Принимаем:

Величина зазора между кромками труб - а = 3мм.

Высота притупления - hк = 3мм

Ширина подварочного шва - Cпод = 10мм

Высота подварочного слоя шва - hпод = 2мм

Высота облицовочного слоя шва - hо = 2мм.

Отсюда площадь подварочного слоя шва:

(2.10)



Где Спод – ширина подварочного слоя шва, см;

hпод – высота подварочного слоя шва, см.

1. Определяем толщину каждого из заполняющих слоев шва:

(2.11)



Где - толщина стенки трубы, мм;



hк- высота притупления, мм;

n- количество заполняющих слоев шва.

4) Толщина всех заполняющих слоев шва будет:

(2.12)



Где n – количество заполняющих слоев шва:

- толщина одного заполняющего слоя шва, см.



1. Площадь корневого слоя шва находим по формуле:

(2.13)



Где *a*- величина зазора между кромками труб, см.

1. Так как угол разделки кромок составляет 30º, ширина внешнего заполняющего слоя будет:

(2.14)



1. Рассчитаем площадь заполняющих слоев шва:

(2.15)



1. Ширина облицовочного шва будет:

(2.16)



1. Площадь облицовочного шва будет:

(2.17)



Где *ho* – высота облицовочного слоя шва.

1. Определяем скорость сварки корневого слоя шва:

(2.18)



Где αн – коэффициент наплавки, характеризующий удельную производительность процесса наплавки, г/(Ач), αн =9;

*I* – сварочный ток, А;

*S* – площадь поперечного сечения шва, см²;

*P* – плотность наплавленного металла, г/см³. Для трубной стали принимается 7,85 г/см³.

11) Аналогично определяем скорость сварки заполняющих, облицовочного и подварочного швов:

(2.19)



(2.20)



(2.21)



По диаметру трубы рассчитываем длину сварочного шва:

L = 2πR (2.22)

L = 2 · 3,14 · (142: 2) = 445,88 см

Разделив стык на 4 зоны, получим:

Нижнее положение – 111,47 см

Вертикальное положение – 222,94см

Потолочное положение – 111,47см

Далее расчет ведем для наиболее удобного положения нижнего

1. Определяем время горения электрода:

(2.23)



(2.24)



(2.25)



(2.26)



1. Определяем количество наплавленного металла:

(2.27)



(2.28)



(2.29)



(2.30)



1. Принимая удельный расход электродов на 1кг наплавленного металла при сварке 1,65, рассчитываем расход электродов для нижнего положения.

Для электродов 3мм (корневой шов)

(2.31)



Для электродов 4мм

(2.32)



16) Рассчитаем расход для других положений сварки:

(2.33)



(2.34)



(2.35)



(2.36)



1. Проссумировав результаты, получим расход электродов на весь стык:

(2.37)



(2.38)



1. Учитывая потери металла при зашлифовке и неполное сгорание электрода, уточняем количество:

*Н* = 1,2·1,14·*Н* (2.39)

*Н3* = 1,2·1,14·0,55= 0,75*кг*

*Н4* = 1,2·1,14·13,58= 18,57*кг*

1. На сварку всего газопровода понадобится:

*Н3* = 0,75·2083 =1562,3*кг*

*Н4*= 18,57·2083 = 38681,3*кг*

Вывод: Для сварки всего участка магистрального газопровода протяженностью 25 км из трубы диаметром 1420х 18,7мм понадобится: электродов 3 мм – 1562,3кг; для электродов 4 мм – 38681,3кг. А так как используемая для сооружения участка газопровода труба имеет заводское изоляционное покрытие, то понадобятся только термоусадочные манжеты в количестве равном количеству сварных стыков труб – 2083.

**2.3 Расчёт необходимого количества газа для очистки полости и испытания газопровода**

Цель расчёта: определить объём газа необходимый для очистки полости и испытания магистрального газопровода.

Исходные данные:

Диаметр газопровода, *Dmp*, мм – 1420

Толщина стенки трубы, , *δ*, мм – 18.7

Длина участка газопровода, *L*, км – 25

Температура газа на участке, *Т*, *К* – 285

Рабочее давление в газопроводе, *Pраб*, кгс/см² - 75

Коэффициент сжимаемости газовой смеси, *z* – 0,97

1. Определяем объем внутренней полости газопровода:

Vs = L · (2.40)



Где: *L* – длина участка газопровода, м;

*Dmp* - диаметр газопровода, м;

*δ* - толщина стенки, м;

= 37514,81 м³



1. Давление газа для вытеснения воздуха из внутренней полости газопровода принимается 2 кгс/см², тогда количество газа будет:

(2.41)



Где: *P* – давление продувки, очистки и испытания, кгс/см²;

*Тст* - температура газа при стандартных условиях, К, принимается 293К;

*Zст* – коэффициент сжимаемости при стандартных условиях, принимается равным 1;

*Рст* - давление газа при стандартных условиях, принимается 1,033 кгс/см²;

*Т* – средняя температура газа на участке, К;

*Z* – коэффициент сжимаемости газовой смеси.



1. Для очистки полости продувкой с пропуском очистных поршней необходимо давление 8 кгс/см², отсюда необходимое количество газа будет:

(2.42)



1. Так как для очистки используются три очистных поршня, то объем количества газа для пропуска поршней будет:

(2.43)



1. Для того чтобы посчитать объем газа необходимого для испытания на прочность, вычислим испытательное давление (Pисп ) по формуле:

(2.44)



1. Теперь найдем объем газа для испытания по формуле:

(2.45)



1. Проссумировав полученные результаты, находим общее количество газа, необходимое для очистки и испытания участка газопровода:

(2.46)



Вывод: Для продувки с пропуском трёх очистных поршней и испытания участка газопровода диаметром 1420 мм длиною 25 км потребуется 4175821,3 м³ газа.

**3 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

**3.1 Организация работ при сооружении участка магистрального газопровода**

Организационно-подготовительные мероприятия выполняются строительной организацией и включают: подготовку и заключение с заказчиком генерального договора и договоров субподряда; получение то заказчика соответствующей проектно-сметной документации, зарегистрированной в органах Ростехнадзора; анализ проектно-сметной документации; оформление финансирования строительства; отвод в натуре трассы и площадок для строительства; оформление разрешений и допусков на производство работ; решение вопросов бытового обслуживания строителей; заключение договоров материально-технического обеспечения.

Подготовка и заключение с заказчиком строительства генерального подрядного договора осуществляется от имени строительной организации в соответствии с условиями конкурса (тендера) на право производства работ в установленном порядке.

Приемка и проверка проектно-сметной документации осуществляется генподрядной строительной организацией с привлечением подчиненных ей подразделений и потенциальных субподрядных организаций.

Оптимальные запасы материально-технических ресурсов, необходимые для бесперебойной работы строительного потока определяют с учетом отдаленности основной базы снабжения, состояния дорожной сети, условий навигации, возможностей железной дороги, сезона года, транспортной схемы доставки материалов, производительности потока, управления строительством.

В подготовительный период определяют места устройства трубосварочных баз, мест для разгрузки и складирования труб, а также разрабатывают оптимальную схему транспортных и погрузочно-разгрузочных работ.

Подготовка службы контроля качества строительной организации должна быть направлена на создание условий для введения непрерывного производственного контроля, ее комплектации контрольно-измерительными приборами, инструментами, материалами и персоналом, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля.

Строительство трубопровода планируется вести поточным методом механизированными колоннами (комплексными трубопроводостроительными потоками – КТП), обеспечивающими требуемое качество и темп строительства путём формирования специализированных бригад и звеньев, и производства всех видов работ в строгой технологической последовательности.

Проектно-сметная документации (ПСД) обычно рассматривается на техническом совете генподрядной строительной организации при участии представителей заказчика, субподрядных организаций, предприятий строительной индустрии, проектных и, при необходимости, научно-исследовательских организаций, с целью разработки плана мероприятий по реализации проекта.

Состав и содержание проекта производства работ определяется «Инструкцией по разработке проектов производства работ по строительству нефтегазопродуктопроводов», утверждённой Минэнерго России приказом № 37 от 4 февраля 2000г.

В летний период перед началом строительных работ проводится визуальное обследование трассы с целью ознакомления с характером местности, а также осуществляется инструментальное обследование для уточнения гидрологических и мерзлотно-геологических характеристик грунтов, оценивается возможность применения местных грунтов для сооружения дорог, подсыпки и присыпки трубопровода, а также проверяется глубина оттаивания грунтов, залесённость, глубина и ширина зеркала воды на переходах [8].

Результаты обследования сравнивают с проектными данными, и если отклонения существенные (более 5%), то корректируют объёмы работ и уточняют отдельные технологические решения, заложенные в проектах организации строительства и производства работ, и разрабатывают дополнительные мероприятия по выполнению неучтённых видов строительно-монтажных работ.

Поступающие на строительство материально-технические ресурсы должны подвергаться входному контролю, предусматривающему освидетельствование и отбраковку изделий. Освидетельствование осуществляется в соответствии с действующими государственными стандартами и техническими требованиями на изготовление изделий, утверждёнными заказчиком и заложенными в проект строительства объекта. Освидетельствование и отбраковку осуществляет комиссия приказом заказчика и генподрядчика.

**3.2 Организация работ при очистке полости и испытанию построенного участка газопровода**

Очистку полости трубопроводов, а также их испытание на прочность и проверку на герметичность следует осуществлять по специальной инструкции или ППР, отражающей местные условия работ, и под руководством комиссии, состоящей из представителей генерального подрядчика, субподрядных организаций, заказчика или органов его технадзора. Инструкция составляется заказчиком и строительно-монтажной организацией применительно к конкретному трубопроводу с учётом местных условий производства работ, согласовывается с проектной организацией и утверждается председателем комиссии.

Инструкция по очистке полости, испытанию магистральных газопроводов на прочность и проверке на герметичность должна предусматривать: способы, параметры и последовательность выполнения работ; методы и средства выявления и устранения отказов (застревание очистных устройств, утечки, разрывы и т.п.); схему организации связи; требования пожарной, газовой, технической безопасности и указания о размере охранной зоны.

При производстве работ по очистке полости и испытанию должна быть организованна система связи, реализуемая силами и средствами субподрядчиков. Она должна обеспечивать оперативное руководство всеми работами в установленных по времени режимах. Система связи находится в оперативном распоряжении председателя комиссии.

На время производства работ организуется аварийно-ремонтная бригада. Аварийная ремонтно-восстановительная бригада должна быть обеспечена автомобилями повышенной проходимости с электросварочными агрегатами, средствами пожаротушения и всем необходимым инвентарём для всех видов строительно-монтажных работ на линейной части магистрального газопровода и узлах запорной арматуры.

Для проведения очистки полости и испытания на строительстве магистральных газопроводов организовывают один или несколько специализированных потоков:

- потока очистки полости

- потока испытания

Параметры потоков – продолжительность, границы, направление производства работ во времени и пространстве – должны быть рационально увязаны с параметрами соответствующих потоков крупных механизированных комплексов в пределах установленной общей продолжительности строительства (директивного срока).

Участок испытания может быть разделён на отдельные захватки, на каждой из которых работы осуществляют либо силами и средствами одной строительно-монтажной организации, либо от одного источника используемой среды (вода, газ и т.д.), либо по одной технологической схеме.

При организации поточного метода выполнения работ по очистке полости, испытанию и удалению воды учитывают следующие специфические особенности:

закачивания в трубопровод напорной среды (воздуха, воды, природного газа) для очистки полости, испытания и удаления воды можно выполнять круглые сутки, тогда как предшествующие работы по инженерной подготовке трассы (сварке, изоляции, укладке и засыпке трубопровода) обычно осуществляют в одну-две смены;

очистку полсти и испытания выполняют по участкам конечной протяжённости, а не непрерывно, как в процессе предшествующих работ;

протяжённость очищаемого или испытываемого участка определяют в зависимости от совокупности ряда факторов (схемы раскладке труб, разности вертикальных отметок трассы газопровода, расположения линейной арматуры и др.);

используемые основные машины (наполнительные и опресовочные агрегаты, передвижные компрессорные установки) работают, как правило, в одном месте и перемещаются по трассе только периодически;

очистку полости и испытание выполняют в условиях, когда основная техника комплексных механизированных потоков выведена из районов строительства;

процессы очистки полости и испытания газом, являются одновременно завершающими процессами строительства и начальным этапом пусконаладочных работ, что требует чёткой согласованной организации их выполнения с привлечением сил и средств соответствующих организаций и эксплуатационных подразделений заказчика.

При выборе технологической схемы производства работ по очистке полости и испытанию учитывают конкретные условия таким образом, чтобы выбранная схема производства работ обеспечивала возможность выполнения работ в кратчайшие сроки при условии обеспечения нормативных критериев по качеству.

**4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**4.1 Смета на сооружение участка магистрального газопровода с разработкой очистки полости и испытания**

Смета является одним из основных документов в строительстве. Без неё запрещается производить какие-либо строительно-монтажные работы. На основании сметы определяется потребность в материально-технических ресурсах, размещаются заказы на поставку материалов, оборудования и транспортных средств, разрабатываются календарные графики с указанием потребного количества рабочих кадров, строительных механизмов и сроков начала и окончания производства работ.

В соответствии с проектно-сметной документацией осуществляется планирование и финансирование строительства, и производятся расчёты подрядных организаций с заказчиком за выполнением работы.

Сметная документация к дипломному проекту: Сооружение участка магистрального газопровода с разработкой очистки полости и испытания составлена базисно-индексным и ресурсным методами в текущих ценах с учётом исходных данных.

Район строительства – Надымский, Ямало Ненецкого Автономного Округа.

Для расчёта базисно-индексным методом применялись сборники ФЕР для базового территориального района Московская область с переводом в территориальный текущий уровень цен для ЯНАО с помощью индексов:

К = 60.56 – на второй квартал 2008 года к уровню базы 1984г.

Поэлементные индексы к прямым затратам к уровню базы ФЕР-2001

Кзп = 10.67 – индекс к оплате труда рабочих.

Кэм = 3.43 – индекс к эксплуатации машин и механизмов.

Кмр = 5.28 – индекс к материальным ресурсам.

Для расчёта ресурсным методом применялись сборники ГЭСН – государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Цены на расходы: оплата труда рабочих, эксплуатация машин, материалы взяты в текущих ценах по уровню на второй квартал 2008г. для Надымского района ЯНАО.

Локальная смета на сооружение участка магистрального газопровода с разработкой очистки полости и испытания состоит из следующих разделов:

1 Земляные работы

2 Сборочно-сварочные

3 Контроль стыков

4 Изоляция и укладка

5 Испытание газопровода

Сметная стоимость строительно-монтажных работ складывается из прямых затрат, накладных расходов и сметной прибыли.

1 Прямые затраты включают в себя основную зарплату, затраты на эксплуатацию машин и механизмов, затраты на материалы.

2 Накладные расходы включают в себя организацию работ, обслуживание рабочих мест, управление производством.

3 Сметная прибыль – прибыль, закладываемая в цену строительной продукции.

Коэффициент 0.94 к накладным расходам связан со снижением с 1 января максимальной ставки единого социального налога.

**4.2 Техника безопасности при очистке полости и испытании построенного участка газопровода**

Магистральные газопроводы до ввода в эксплуатацию должны подвергаться очистке полости, испытанию на прочность и проверке на герметичность в соответствии со специальной инструкцией под руководством комиссии. Инструкция должна предусматривать способы, параметры и последовательность выполнения работы; методы и средства выявления отказов; схему организации связи; требования пожарной, газовой, технической безопасности и указания по размерам охранной зоны. Рабочая инструкция составляется строительно-монтажной организацией и утверждается руководителем комиссии по испытанию трубопровода.

Председатель комиссии на время очистки полости и проведения испытаний газопровода обязан обеспечить безопасность обслуживающего персонала и населения, а также сохранность машин и сооружений вдоль трассы газопровода в пределах охранной зоны. Председателем комиссии по испытанию назначается представитель подрядчика [26].

Все члены комиссии, а также инженерно технические работники и рабочие должны изучить инструкцию и расписаться в журнале. Перед началом работ обслуживающий персонал получает необходимый инструмент, спецодежду и средства индивидуальной защиты.

Очистка полости, испытания газопроводов на прочность и проверка их на герметичность при отсутствии бесперебойной связи запрещается.

При очистке полости и испытании магистральных газопроводов газом или воздухом устанавливают охранную зону. При испытательном давлении более 8.4 МПа охранную зону увеличивают на 50%. При промывке трубопровода водой охранная зона занимает полосы по 25м в обе стороны от трубопровода, а при гидравлическом испытании трубопровода диаметром 1420 мм – 100м. охранную зону вылета очистного поршня или поршня-разделителя ограничивают сектором 60º у конца продувного патрубка. При наземной или надземной прокладке газопровода её увеличивают в два раза. Для вертолётов и самолётов, участвующих в проведении работ по очистке полости и испытанию магистральных газопроводов, по согласованию с территориальными управлениями гражданской авиации устанавливают дополнительную охранную зону.

Наблюдение за зоной оцепления в период проведения работ осуществляет один из членов комиссии, назначенный председателем комиссии и ответственный за этот участок работы.

Рабочие и ИТР, а также машины, механизмы и оборудование должны находиться за пределами охранной зоны. Оцепление можно снимать только по указанию председателя комиссии.

Дежурные постов и обходчики обязаны:

наблюдать за определённым местом или участком трубопровода; немедленно сообщать комиссии обо всём, что препятствует проведению работ или создаёт угрозу для людей, животных, сооружений, транспорта, находящихся вблизи трубопровода;

обозначать места утечек газа, опасных загазованных зон и сообщать об этом комиссии.

При обходе трассы трубопровода обходчики должны находиться в 20 м от оси трубопровода при очистке его полости и испытания воздухом или газом, а при испытании водой - на расстоянии не менее 5 м.

К очистке полости и испытания газопровода природным газом разрешено приступать лишь после вытеснения из него воздуха. Содержание кислорода в выходящей из газопровода газовоздушной смеси определяют переносным газоанализатором. Оно не должно превышать 2%.

До очистки полости, испытание газопровода газом или воздухом в местах, где он пересекает железные и автомобильные дороги или проходит вблизи от них, комиссия должна уведомить соответствующие организации (управление железной дороги, автомобильный отдел и др.) о проведении работ и согласовать с ними необходимые меры безопасности. В местах пересечения газопроводом железных и автомобильных дорог или приближения его к населённым пунктам за пределами охранной зоны следует выставлять охранные посты и устанавливать предупредительные и запрещающие знаки.

Во время очистки полости и испытания магистрального газопровода природным газом в охранной зоне запрещается пользоваться открытым огнём.

При разрушении газопровода во время очистки полости или испытания газом следует принять срочные меры по ликвидации аварии. Если авария произошла в месте пересечения газопровода с железной или шоссейной дорогой или вблизи от неё, а также недалеко от населённого пункта, необходимо немедленно оцепить опасный район, а затем приступить к ликвидации аварии.

**4.3 Машины и оборудование, применяемые при производстве очистки полости и испытании построенного газопровода**

При продувке трубопроводов применяются очистные поршни, предназначенные для удаления из внутренней полости трубопровода посторонних предметов и зачистки его внутренней поверхности. Очистные поршни движутся по очищаемому газопроводу за счёт энергии сжатого воздуха или природного газа. Очистные поршни состоят из следующих основных элементов: корпуса, манжетных уплотнительных устройств и металлических щёток. Манжетные уплотнения обеспечивают плотность посадки поршней в газопроводе, а металлические щётки очищают внутреннюю поверхность трубопровода.

Корпус поршня выполнен из трубы и заглушен в передней части. Смонтированные по окружности и загнутые в одном направлении трубки предназначены для создания скоростных воздушных струй, обеспечивающих при продувке одновременно с поступательным перемещением вращение поршня реактивными силами. Существуют две основные конструкции очистных поршней: с прямыми манжетами и самоуплотняющимися.

При износе прямых манжет сжатый воздух проходит через зазор между стенками трубы и поршнем в полость перед ним. Это приводит к повышенному расходу продувочного воздуха и снижения скорости передвижения поршня, а иногда и к его остановке.

Самоуплотняющиеся манжеты равномерно прижимаются давлением воздуха к внутренним стенкам трубопровода, причём герметичность не ухудшается даже при значительном (но неполном) износе отбортованных частей манжет.

Для продувки трубопроводов, проходящих по сильно пересечённой местности или прокладываемых по способу «змейка», применяются поршни, выполненные из двух частей, соединённых между собой шарнирно. Для установки обеих частей по одной оси и смягчения ударных нагрузок шарнир стабилизируется цилиндрической пружиной. Такая конструкция позволяет поршню вписываться в многочисленные кривые вставки, не создавая значительных ударных нагрузок на трубопровод.

Очистные поршни типа ОП могут применяться: для продувки магистральных трубопроводов под давлением воздуха или природного газа при скорости перемещения в пределах 35-70 км/ч; для очистки полости протягивания в процессе сборки и сварки секций в нитку.

Поршни-разделители применяются для промывки и одновременного освобождения от воздуха и заполнения водой для гидравлического испытания, а также для освобождения газопровода от воды после гидравлического испытания. Скорость перемещения этих устройств должна быть не менее 1 км/ч, а максимальная скорость может достигать 10 км/ч. Для удаления воды из газопровода поршни-разделители применяют в два этапа. На первом этапе работ предварительно удаляют основной объём воды, на втором – контрольном этапе вода полностью удаляется из испытанного газопровода.

При продувке и пневматическом испытании трубопровода сжатый воздух закачивается в него передвижными компрессорными станциями. Принципиальная конструктивная схема всех применяемых компрессорных станций одинакова. Основными их агрегатами являются двигатель внутреннего сгорания и компрессор, смонтированные на общей раме. Передача крутящего момента от двигателя к компрессору осуществляется эластичными муфтами или через дополнительные узлы (редуктор, коробку передач).

По числу ступеней сжатия компрессоры делятся на одно и многоступенчатые. Одноступенчатые компрессоры низкого давления и при испытании магистральных газопроводов не применяются. Для получения сжатого воздуха высокого давления и предотвращения его нагрева при сжатии применяются многоступенчатые компрессоры. Атмосферный воздух последовательно сжимается в нескольких ступенях компрессора. После каждой ступени сжатия воздух охлаждается в холодильниках и очищается от масла и конденсата в водомаслоотделителях.

Для продувки газопроводов диаметром от 1020 до 1420 мм, в том числе в северных районах, условиях вечномерзлых грунтов применяют передвижные высокопроизводительные компрессорные установки типа ТКА-80-05 на базе авиационных двигателей комплектно-блочного исполнения.

При очистке полости и испытании газопроводов любым из способов необходимо применять контрольно-измерительную аппаратуру. Для измерения давления используют дистанционные приборы «Контролер» либо манометры класса точности не ниже 1.0. Манометры с диаметром корпуса не менее 150 мм и со шкалой давления, равной 4/3 испытательного, применяются трех типов: технические (МТ), контрольные (МК) и образцовые (МО).

Содержание кислорода в газовоздушной смеси, выходящей из трубопровода при очистке полости и испытании природным газом, определяют переносными газоанализаторами типа ГХП-2, ГХП-3 или другими аналогичными приборами.

Для контроля за прохождением очистных устройств и определения их местоположения при остановке в трубопроводе применяют системы обнаружения «Импульс» и «Полюс» в соответствии с техническими условиями. Системы обнаружения «Импульс» и «Полюс» могут быть использованы при пропуске очистных устройств по надземным трубопроводам, а также по подземным трубопроводам, засыпанным грунтами любых категорий или проложенным по обводненной и заболоченной местности. Системы обнаружения очистных устройств «Импульс» состоит из сигнализатора и переносного приемника с антенной. Сигнализатор, смонтированный на очистном поршне, движущемся внутри трубопровода, излучает знакопеременные низкочастотные магнитные импульсы, которые принимаются магнитной антенной приемника и преобразуются им в звуковые сигналы.

Для поиска утечек при испытании магистральных газопроводов применяют акустические приборы, способные определить место утечки по звуку вытекающей из газопровода жидкости, воздуха или газа. Также для определения мест утечек при испытании магистральных газопроводов гидравлическим способом применяют трассирующие вещества (красители).

На случай разрушения магистрального газопровода при проведении испытания, создаются аварийные ремонтно-восстановительные бригады, в состав которых входит техника, необходимая для выполнения всех видов работ по устранению отказов.

Для оперативного перемещения рабочих к месту разрыва используют вахтовые автомобили, представляющие собой шасси, обычно полноприводные (КамАЗ, Урал и др.) с установленной на них пассажирской кабиной на 15-20 человек.

**5 ОХРАНА ТРУДА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**5.1 Техника безопасности при проведении сварочно-монтажных работ на трассе газопровода**

При выполнении сварочно-монтажных работ при строительстве магистральных газопроводов основным документом, регламентирующим технику безопасности, являются Строительные нормы и правила.

Одна из важных операций сварочно-монтажных работ – погрузочно-разгрузочные работы. К выполнению данных работ допускаются лица, прошедшие курс обучения и проверку знаний по безопасности труда, а также оказанию первой помощи.

При выгрузке или погрузке труб следует использовать краны, снабжённые специальными стропами или захватами. При выгрузке кран следует установить так, чтобы расстояние между стенкой полувагона и поворотной частью крана при любом её положении было не менее 1 м. Транспортные средства для перевозки труб и трубных секций должны быть оборудованы устройствами, амортизирующими прокладками, обеспечивающими сохранность труб, трубных секций и безопасность движения.

Перемещение труб и трубных секций волоком запрещается. Трубы диаметром до 300 мм необходимо укладывать в штабель высотой до 3 м на подкладках и прокладках с концевыми упорами, трубы диаметром свыше 300 мм – в штабель до 3 м и в седло без прокладок. Нижний ряд труб следует уложить на прокладки, укрепить инвенторными металлическими башмаками или концевыми упорами, надёжно закреплёнными на подкладках.

Сварочная база для сборки и сварки труб в секции должна быть смонтирована по утверждённому проекту. Перекатка труб по стеллажу базы необходимо осуществлять специальными перекаточными ключами, при этом не следует находиться на пути перекатываемых труб. Трубы перед правкой вмятин, обработкой кромок необходимо укреплять тормозными башмаками с обеих сторон по два башмака.

Готовые секции вывозят на трассу, где их следует раскладывать на расстоянии 1.5 м от края траншеи. На трассе свариваемые секции труб должны быть уложены на специальные подкладки, исключающие их просадку или самопроизвольное смещение.

Необходима защита рабочих мест от атмосферных осадков, сильного ветра и солнечных лучей при температуре окружающего воздуха +30ºС зонтом, навесом или другими устройствами.

При выполнении электросварочных работ, наладке и эксплуатации электроустановок следует руководствоваться действующими СНиП.

К работе по электросварке допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие соответствующее обучение, инструктаж и проверку знаний техники безопасности с оформлением в специальном журнале и имеющие квалификационное удостоверение.

При выполнении электросварочных работ сварщик имеет дело с электрическими установками. Опасность поражения электрическим током возникает как при непосредственном соприкосновении с токоведущими частями установки, находящимися под напряжением, так и при соприкосновении с металлическими частями установки, случайно оказавшимися под напряжением вследствие повреждения изоляции.

Для снижения безопасности поражения электрическим током корпус любого источника питания сварочной установки (сварочный трансформатор, выпрямитель, преобразователь и др.) и корпус любой сварочной машины или установки необходимо надежно заземлять. Для присоединения заземляющего провода на электросварочном оборудовании должен быть предусмотрен болт диаметром 5-8 мм, расположенный в доступном месте с надписью «Земля». Последовательное включение в заземляющий проводник нескольких заземляемых аппаратов запрещается.

Электросварочное оборудование передвижного типа (например, плазменная установка для резки труб, защитное заземление которого представляет трудности, должно быть снабжено реле безопасности персонала (типа РПБ) и автоматическим выключателем.

Изоляция шнуров, проводов, кабелей является одним из главных условий безопасности при случайном прикосновении человека к токоведущим жилам. При прокладке электросварочных проводов и при их перемещении необходимо следить за сохранностью изоляции. Не допускается сращение их путем «скрутки». Соединять провода следует либо сваркой, либо опрессовкой.

Электросварочные установки должны быть защищены предохранителями со стороны питающей сети. Включение установок в электросеть следует выполнять только при помощи пусковых устройств. В передвижных электросварочных установках для подключения их к сети необходимо предусмотреть блокирование рубильника, исключающее возможность присоединения и отсоединения провода от зажимов, когда последние находятся под напряжением. Включать в электросеть и отключать от нее электросварочные установки, а также ремонтировать их должны только электромонтеры. Запрещается эти операции проводить сварщикам.

Производство электросварочных работ на открытом воздухе во время грозы, дождя или снегопада не допускается.

При выполнении электросварочных и газосварочных работ внутри трубопровода рабочие места следует обеспечить вентиляцией. Одновременная работа сварщика и резчика внутри трубопровода запрещена. Сварка или резка внутри трубы должны выполнятся двумя рабочими, один из них должен находиться снаружи для контроля за безопасным выполнением работ.

Электросварщик должен быть обеспечен удобной спецодеждой и спецобувью для защиты от искр, брызг расплавленного металла, механических воздействий, влаги и вредных излучений, а также каской, служащей для защиты глаз, лица и органов дыхания.

Большую опасность при газовой резке представляет обратный удар пламени или взрывной волны. Для предотвращения обратного удара в резаке не следует допускать резкого снижения давления кислорода, чем уменьшается скорость истечения горючей смеси из мундштука резака. В случае воспламенения кислородного рукава необходимо перекрыть подачу кислорода из баллона.

По окончании работы вентили баллонов с горючим газом и кислородом должны быть закрыты, аппаратура отключена и убрана в помещение.

Во время работы газорезчик должен быть обеспечен защитными очками, удобной спецодеждой, предохраняющей от брызг расплавленного металла и прикосновения к нагретому металлу.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В дипломном проекте рассмотрена тема: Сооружение участка магистрального газопровода с разработкой очистки полости и испытания.

В общей части дипломного проекта представлена характеристика трассы участка сооружаемого газопровода. Рассмотрены: состав технологического потока при сооружении участка магистрального газопровода, а также способы очистки полости и испытания газопровода. Описаны машины и оборудование применяемые при производстве очистки полости и испытании построенного газопровода.

В специальной части выполнены следующие расчёты:

- механический расчёт магистрального газопровода, целью которого было определение толщины стенки трубы, по полученным результатам толщина стенки трубы необходимой для сооружения участка магистрального газопровода составила 18,7мм;

- расчёт необходимого количества материалов для сооружения участка газопровода, целью этого расчёта было определение необходимого количества сварочных и изоляционных материалов для сооружения участка газопровода, по результатам расчёта определил, что для сварки корневого слоя шва понадобится 1562,3 кг электродов марки Шварц 3К диаметром 3мм, для сварки четырёх заполняющих, облицовочного и подварочного слоёв шва понадобится 38681,3 кг электродов марки Кессель 5520 диаметром 4 мм, а количество изоляционных манжет будет равно количеству сварных стыков труб, поскольку труба выполнена в заводской изоляции;

- расчёт необходимого количества газа для очистки полости и испытания газопровода, целью расчёта было определить общий объём природного газа, который понадобится для заполнения участка, продувки с пропуском трёх очистных поршней и испытания на прочность и герметичность, по полученным результатам общий объём газа составил 4175821,3 м³.

В организационной части рассмотрены вопросы по организации работ при сооружении участка магистрального газопровода и по организации работ при очистке полости и испытанию участка газопровода.

В экономической части составлена смета на строительство участка магистрального газопровода. Смета составлена базисно-индексным и ресурсным методами в текущих ценах с учётом исходных данных. По итогам выполненной сметы объём затрат на сооружение участка магистрального газопровода составил 1260167472 руб.

В разделе охраны труда и защиты окружающей среды рассмотрены вопросы техники безопасности при сварочно-монтажных работах на трассе газопровода и вопросы по технике безопасности при очистке полости и испытании построенного газопровода.

В графической части выполнены следующие чертежи: план и профиль трассы участка магистрального газопровода; схема технологического потока; схема очистки полости и испытания участка газопровода, а также чертёж очистного поршня.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Зиневич А.М., Прокофьев В.И., Ментиков В.П. Технология и организация строительства магистральных трубопроводов больших диаметров. – М., Недра, 1979.
2. Крылов Г.В., Степанов О.А. Эксплуатация и ремонт газопроводов и газохранилищ. – М., Академа, 2000.
3. Алиев Л.А., Березина И.В., Телегин Л.Г. и др. Сооружение и ремонт газонефтепроводов, газохранилищ и нефтебаз. – М., 1987.
4. Свод правил сооружения магистральных газопроводов. СП 101-34-96…СП 111-34-96. – М.:ИРЦ «Газпром», 1996.
5. ВСН 011-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Очистка полости и испытание. ВНИИСТ. 1988.
6. Минаев В.И., Машины для строительства магистральных газопроводов. – М., Недра, 1985.
7. Сварочно-монтажные работы при строительстве трубопроводов. – М., Недра, 1990.
8. СП 103 – 34 – 96. Свод правил сооружения магистральных газопроводов. Подготовка строительной полосы. – М.: «ИРЦ Газпром», 1996.
9. Сварочно-монтажные работы при строительстве трубопроводов. Справочник. – М.: «недра», 1990.
10. Таран В.Д. Сооружение магистральных газопроводов. – М,: «Недра», 1964.
11. Рябокляч А.А., Лерман М.Г., Мансуров А.С. Справочник монтажника магистральных газопроводов. - Киев,: 1978.
12. Эксплуатация магистральных газопроводов. Справочное пособие. – М.: Недра, 1987.